

Рубцовский индустриальный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ТФ

А.В. Сорокин

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.8 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.03.02
Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (профиль, специализация): **Системы электроснабжения**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	старший преподаватель	И.А. Мацанке
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭЭ»	С.А. Гончаров
	руководитель направленности (профиля) программы	С.А. Гончаров

г. Рубцовск

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-12	Способен участвовать в контроле технического состояния воздушных линий электропередачи и оборудования подстанций	ПК-12.3	Анализирует полученные данные о повреждаемости оборудования и отказах
ПК-13	Способен осуществлять техническое обслуживание и ремонт воздушных линий электропередачи и оборудования подстанций	ПК-13.4	Обеспечивает заданные параметры режима работы системы электроснабжения объекта

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Информационно-измерительная техника, Переходные процессы, Цифровая автоматика, Электрическая часть электростанций и подстанций, Электроэнергетические системы и сети
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Монтаж и эксплуатация систем электроснабжения, Преддипломная практика, Противоаварийная автоматика

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е./час: 6 / 216

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	16	16	152	81

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	16	0	76	38

Лекционные занятия (16ч.)

1. Назначение РЗА {беседа} (1ч.)[1,4] Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах электроэнергетических систем и основных электроприёмников. Требования, предъявляемые к РЗА. Методы анализа и моделирования электрических цепей

2. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИНУСОИДАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ {дискуссия} (4ч.)[1,4] 1.1. Измерительные трансформаторы тока и напряжения

1.2. Реакторы и трансреакторы

1.3. Магнитные усилители

1.4. Насыщающиеся трансформаторы тока

1.5. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения

1.6. Нелинейные измерительные преобразователи

3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ {дискуссия} (4ч.)[1,4] 3.1. Некоторые сведения о полупроводниковой и микроэлектронной элементной базе

3.2. Элементы логических органов

3.3. Полупроводниковые и микроэлектронные элементы измерительных органов

3.4. Микропроцессорная элементная база

4. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ {дискуссия} (3ч.)[1,4] 2.1. Общие сведения об электромеханических системах

2.2. Основные сведения об устройстве и принципе действия электромагнитных реле

2.3. Электромагнитные измерительные реле тока и напряжения, вторичные реле прямого действия

2.4. Электромагнитные логические реле

2.5. Индукционные измерительные реле тока

2.6. Индукционное реле направления мощности типа РБМ - 171

5. ТОКОВЫЕ ЗАЩИТЫ {дискуссия} (2ч.)[1,4] 4.1. Основные органы токовых защит

4.2. Схемы соединения измерительных трансформаторов тока и вторичных измерительных реле

4.3. Первая ступень токовой защиты – токовая отсечка без выдержки времени

4.4. Вторая ступень токовой защиты – токовая отсечка с выдержкой времени

- 4.5. Третья ступень токовой защиты – максимальная токовая защита
- 4.6. Схема трехступенчатой токовой защиты
- 4.7. Общая оценка токовых защит
- 4.8. Токовая защита с измерительными органами тока и напряжения
- 4.9. Техническое обслуживание и ремонт воздушных линий электропередачи
- 6. УСТРОЙСТВА АВТОМАТИКИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ {деловая игра} (2ч.)[1,3,4]** Назначение устройств автоматического повторного выключения Схема устройства автоматического повторного включения Основные требования, предъявляемые к устройствам АПВ Устройство автоматического включения резервного источника Схемы устройств автоматического включения резерва Описание работы схемы Устройства автоматической частотной разгрузки

Лабораторные работы (16ч.)

- 7. Схемы соединений измерительных трансформаторов тока и реле {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,4]
- 8. Регулирование напряжения трансформатора {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,4,6]
- 9. Исследование токовых направленных защит ЛЭП (Анализ полученных данных о повреждаемости оборудования и отказах) {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,4,8]
- 10. Исследование защит силового трансформатора {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,4]
- 11. Исследование защит асинхронного электродвигателя {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,4]
- 12. Совместное действие устройства автоматического повторного включения (УАПВ) и продольной дифференциальной токовой защиты (обеспечение заданных параметров режимов работы системы электроснабжения объекта) {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,4]
- 13. Устройство автоматического включения резервного источника (обеспечение заданных параметров режимов работы системы электроснабжения объекта) (УАВР) {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,4]
- 14. Устройство автоматической частотной разгрузки (АЧР) (обеспечение заданных параметров режимов работы системы электроснабжения объекта) {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,4,7]

Самостоятельная работа (76ч.)

- 1. Самостоятельное изучение тем дисциплины {«мозговой штурм»} (8ч.)[3,5,6,7,8] Микропроцессорные устройства РЗиА
- 2. Изучение основной и дополнительной литературы {«мозговой штурм»} (16ч.)[1,2,3,4,5]
- 3. Подготовка отчетов к лабораторным работам {«мозговой штурм»} (8ч.)[1,2,3,4,5] Проработка контрольных вопросов
- 4. Подготовка к контрольным опросам {«мозговой штурм»} (8ч.)[1,2,3,4]

5. Подготовка к промежуточной аттестации(36ч.)[3,4,5,6,7,8] Подготовка к экзамену

Семестр: 7

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	0	16	76	43

Лекционные занятия (16ч.)

1. ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЛЭП {беседа} (1ч.)[1,3,4,6,7] 1. Повреждения и ненормальные режимы работы ЛЭП. 2. Устройства контроля технического состояния воздушных линий электропередачи

2. ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ {дискуссия} (5ч.)[1,3,4] 1. Назначение и область применения синхронных машин. 2. Устройство и принцип работы синхронного генератора. 3. Повреждения и ненормальные режимы работы синхронных генераторов. 4. Защита от многофазных замыканий в обмотке статора и на ее выводах генераторов мощностью до 1 МВт. 5. Защита от многофазных коротких замыканий в обмотке статора генераторов мощностью выше 1 МВт. 6. Защита от однофазных и двойных замыканий на землю. 7. Защита от замыканий между витками одной фазы 8. Устройства защиты генератора от ненормальных режимов работы 9. Максимальная защита напряжения 10. Защита генератора от замыканий на землю в цепи возбуждения. 11. Синхронизация генераторов. 12. Устройства автоматического регулирования возбуждения

3. ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ТРАНСФОРМАТОРОВ {дискуссия} (5ч.)[1,3,4] 1. Назначение, устройство и принцип работы трансформаторов. 2. Виды повреждений и ненормальных режимов работы. 3. Устройства релейной защиты и автоматики. 4. Газовая защиты. 5. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени от многофазных коротких замыканий. 6. Продольная дифференциальная токовая защита. 7. Защита от однофазных замыканий на землю. 8. Защита от ненормальных режимов работы. 9. Защита от внешних коротких замыканий. 10. Устройства контроля технического состояния оборудования подстанции

4. ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ {беседа} (5ч.)[1,3,4,6] 1. Устройство и принцип работы двигателей переменного трехфазного тока. 2. Виды повреждений и ненормальных режимов работы. 3. Защита электродвигателей от многофазных коротких замыканий. 4. Защита от токов перегрузки. 5. Защита от снижения или исчезновения напряжения. 6. Защита от однофазных замыканий на землю. 7. Защита от асинхронного режима

Практические занятия (16ч.)

5. Токовые защиты. {дискуссия} (4ч.)[1,3,5] Выбор уставок по току и по времени

6. **Токовые направленные защиты. {беседа} (4ч.)[1,3,5]** Выбор параметров
7. **Защита и автоматика силовых трансформаторов {беседа} (4ч.)[1,3,5]** Выбор параметров. Перечень возможных повреждений оборудования и отказ.
8. **Релейная защита и автоматика электродвигателей. {беседа} (4ч.)[1,3,5]** Схема защиты и определение уставок по току, напряжению и времени

Самостоятельная работа (76ч.)

1. **Самостоятельное изучение тем дисциплины {«мозговой штурм»} (16ч.)[1,3,4,5]**
2. **Изучение основной и дополнительной литературы {«мозговой штурм»} (16ч.)[1,3,4,5]**
3. **Выполнение расчетного задания {«мозговой штурм»} (30ч.)[3,5,6,7,8]**
Расчетное задание заключается в расчете параметров уставок токовых реле, уставок реле продольной дифференциальной защиты линии, защиты линии с односторонним питанием, работающей в блоке с понижающим трансформатором, расчете уставок реле защиты асинхронного электродвигателя, расчет токов срабатывания защит и реле.
4. **Подготовка к контрольным опросам {«мозговой штурм»} (10ч.)[1,3,4,5]**
5. **Подготовка к промежуточной аттестации(4ч.)[3,4,5,6,7,8]** Подготовка к зачету

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Мацанке, И.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: [текст] Учебное пособие для студентов специальности 140211 всех форм обучения/ И.А. Мацанке. - Рубцовск: РИО, 2007. - 92 с (96 экз)

2. Мацанке, И.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: метод. указания к лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 13.03.02, всех форм обучения/ И.А. Мацанке, А.Н. Татарникова. – Рубцовск:РИИ, 2017. - 51 с. URL: [https://edu.rubinst.ru/resources/books/Matsanke_I.A._RZiAYeM_\(Lab.raboty\)2017.pdf](https://edu.rubinst.ru/resources/books/Matsanke_I.A._RZiAYeM_(Lab.raboty)2017.pdf) (дата обращения: 16.08.2021)

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

3. Булычев, А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях : учебное пособие / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. — Москва : ЭНАС, 2017. — 208 с. — ISBN 978-5-4248-0006-1. — Текст : электронный //

Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104577>

6.2. Дополнительная литература

4. Реконструкция и техническое перевооружение распределительных электрических сетей : учебное пособие для вузов / В. Я. Хорольский, А. В. Ефанов, В. Н. Шемякин, А. М. Исупова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 296 с. — ISBN 978-5-8114-7743-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176852> (дата обращения: 22.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей

5. Попов, Н. М. Измерения в электрических сетях 0,4...10 кВ : учебное пособие / Н. М. Попов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3598-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118629> (дата обращения: 22.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

6. Новости электротехники <http://www.elec.ru>

7. Российский журнал «Новости электротехники» <http://www.news.elteh.ru>

8. Российская ассоциация международных исследований [Электронный ресурс]: офиц. сайт. — Электрон.дан. — Режим доступа: <http://www.risa.ru>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice

№пп	Используемое программное обеспечение
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-12: Способен участвовать в контроле технического состояния воздушных линий электропередачи и оборудования подстанций	Зачет; экзамен	Комплект контролирующих материалов для зачета; комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-13: Способен осуществлять техническое обслуживание и ремонт воздушных линий электропередачи и оборудования подстанций	Зачет; экзамен	Комплект контролирующих материалов для зачета; комплект контролирующих материалов для экзамена

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал (основной и дополнительный), системно и грамотно излагает его, осуществляет полное и правильное выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций, способен ответить на дополнительные вопросы.	75-100	<i>Отлично</i>
Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций с не принципиальными ошибками.	50-74	<i>Хорошо</i>

Студент демонстрирует освоение только основного материала, при выполнении заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не способен систематизировать материал и делать выводы.	25-49	<i>Удовлетворительно</i>
Студент не освоил основное содержание изучаемого материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.	<25	<i>Неудовлетворительно</i>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами

1.Задание для ФОМ РЗиА зачет ПК-12.3

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-12 Способен участвовать в контроле технического состояния воздушных линий электропередачи и оборудования подстанций	ПК-12.3 Анализирует полученные данные о повреждаемости оборудования и отказах

Задание 1.

Проанализировав данные о повреждении ВЛ и ее отказе охарактеризуйте первую ступень токовой защиты – токовую отсекку без выдержки времени, ее назначение и место установки (ПК-12.3).

Задание 2.

Проанализировав данные о повреждении ВЛ и ее отказе охарактеризуйте вторую ступень токовой защиты – токовую отсекку с выдержкой времени, ее назначение и место установки (ПК-12.3).

Задание 3.

Проанализировав данные о повреждении ВЛ и ее отказе охарактеризуйте третью ступень токовой защиты – максимальную токовую защиту, ее назначение и место установки (ПК-12.3).

2.Задание для ФОМ РЗиА зачет ПК-13.4

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-13 Способен осуществлять техническое обслуживание и ремонт воздушных линий электропередачи и оборудования подстанций	ПК-13.4 Обеспечивает заданные параметры режима работы системы электроснабжения объекта

Задание 1.

Обеспечивает ли третья ступень токовой защиты заданные параметры режима работы системы электроснабжения ВЛ при КЗ и перегрузках (ПК-13.4).

Задание 2.

Обеспечивает ли вторая ступень токовой защиты заданные параметры режима работы системы электроснабжения ВЛ при КЗ и перегрузках (ПК-13.4).

Задание 3.

Обеспечивает ли первая ступень токовой защиты заданные параметры режима работы системы электроснабжения ВЛ при КЗ и перегрузках (ПК-13.4).

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.